

BONNER ZOOLOGISCHE BEITRÄGE

Heft 3

Jahrgang 23

1972

Aus dem Zoologischen Institut der Universität Bonn

Aktivitätsmuster und Nahrungsbedarf bei *Suncus etruscus*

Von

ADELHEID GERAETS, Bonn

Die Etruskerspitzmaus *Suncus etruscus* gehört zu den kleinsten homoiothermen Tieren. Unter den Vögeln erreicht der kleinste Kolibri, *Calypte helenae*, ein Körpergewicht von etwa 2,5 g (Poley), bei den Säugetieren wurden unter den Spitzmäusen noch geringere Gewichte gefunden: Die leichtesten von mir lebend gefangenen Etruskerspitzmäuse wogen 1,7 g, während Kaikusalo bei einer Knirpspitzmaus, *Sorex minutissimus*, ein Fanggewicht von 1,5 g feststellte.

Für die Körpermaße von *Suncus etruscus* geben Kahmann und Altner (1956) folgende Mittelwerte an:

KR	43 mm
S	26 mm
HF	8 mm
Condylbasallänge	12—13 mm

Die beiden Autoren erwähnen dabei, daß diese Maße für sämtliche von ihnen untersuchten Populationen zutreffen. Auch bei Niethammer (1970), der Schädel aus Portugal und Korfu untersuchte, ergaben sich keine signifikanten Unterschiede in den Abmessungen.

Die Etruskerspitzmaus bewohnt in Europa den Mittelmeerraum in Meereshöhen bis 800 m N. N. und überschreitet hier den Bereich der 12°-C-Jahresisotherme nicht (Kahmann und Altner 1956). Außerhalb Europas findet sie sich auch in ausgesprochen kontinentalem Klima im südwestlichen Rußland, wobei der bisher nördlichste Fundpunkt nördlich des Aralsees liegt (Spitzenberger 1970). Die Gesamtverbreitung ist bis heute noch nicht zu überblicken, da die Nachweise wegen der Fangschwierigkeiten lückenhaft geblieben sind.

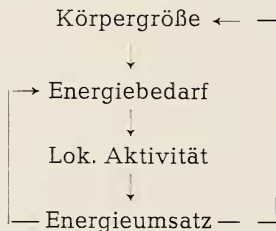
Als Biotope der Etruskerspitzmaus im mediterranen Gebiet geben Kahmann und Altner (1956) Macchiaränder, Gärten und alte Legmauern an. Vogel (1970) fing innerhalb einiger Tage 5 Exemplare an einer Ruine, das

gleiche Ergebnis in ähnlich kurzer Zeit fand Spitzenberger (1970) am Fuße von Legmauern.

Die Frage nach dem limitierenden Faktor für die Körpergröße von Warmblütern ist noch nicht eindeutig beantwortet worden. Physiologische Untersuchungen haben gezeigt, daß der Stoffwechsel bei abnehmender Körpergröße nicht proportional dem Körpergewicht W , sondern proportional einer metabolischen Körpergröße von $W^{3/4}$ abnimmt. Das bedeutet: Bei abnehmendem Gewicht nimmt die Stoffwechselrate pro Körpergewichtseinheit zu. Dabei lautet die Beziehung für den Grundumsatz:

$$\frac{\text{Täglicher Umsatz}}{\text{kg}^{3/4}} = 70 \text{ kcal.}$$

Die Erhöhung des Stoff- und Energieumsatzes bedingt eine Steigerung des Nahrungsbedarfs. Der Nahrungsbedarf wiederum bestimmt die Verteilung der lokomotorischen Aktivität in erster Linie (abgesehen von der Fortpflanzungsperiode). Eine Steigerung der Aktivität verbraucht aber einen beträchtlichen Teil der aufgenommenen Nahrungsenergie, erhöht also zusätzlich den Nahrungsbedarf:



Vermutlich läßt sich der Stoff- und Energieumsatz aus anatomischen, physiologischen und biochemischen Gründen nur bis zu einer bestimmten Grenze steigern, die somit die Größe des Tieres nach unten begrenzt.

In dieser Arbeit soll versucht werden, Anhaltspunkte für die Höhe des Stoff- und Energieumsatzes bei *Suncus etruscus* zu gewinnen. Zugleich sollen das Aktivitätsmuster sowie die Häufigkeit und Verteilung der Nahrungsaufnahme darüber Aufschluß geben, in welchem Verhältnis Aktivität und Energiebilanz stehen.

Für die Anregung und Unterstützung der Untersuchung danke ich Herrn Professor Dr. J. Niethammer vom Zoologischen Institut der Universität Bonn. Herrn Dr. Schuff vom Institut für physikalische Chemie danke ich für seine Unterstützung bei der bombenkalorimetrischen Bestimmung.

MATERIAL UND METHODEN

Fang und Haltung

Die untersuchten Tiere stammen aus Sardinien. In der Umgebung von Luogosanto (Gallura) wurden an verschiedenen Biotopen (Legmauer, Mac-

chiarand, verlassene Häuser und Ruinen, bewässerter Garten, Flußufer) in unterschiedlichen Meereshöhen (45 m N. N. bis 520 m N. N.) je 15 bis 60 Konservendosen (Höhe 18 cm, Durchmesser 8 cm) in Abständen von etwa vier Metern ebenerdig eingegraben¹⁾. Insgesamt wurden von Anfang September bis Ende Oktober 285 Fallen täglich kontrolliert (10 400 Fallennächte). Auf diese Weise fing ich 10 Exemplare von *Suncus etruscus*, 7 davon lebend. Die Anzahl der Fallennächte pro Tier scheint von der Meereshöhe unabhängig zu sein; dagegen gibt es eine Beziehung zu dem gewählten Biotop:

Biotop	Fallennächte pro Tier
Verlassene Häuser und Ruinen	300
Macchiarand, Legmauer	1400
Flußniederung, bewässerter Garten	kein Ergebnis

Die drei tot aufgefundenen Tiere waren vermutlich verhungert; ihre Fanggewichte betragen 1,1 g, 1,7 g und 1,4 g. Die übrigen Tiere mit Fanggewichten von 1,7 g bis 1,9 g fand ich alle in starrer Bauch- oder Seitenlage vor. Einige von ihnen bewegten bei Berührung den Kopf oder Rüssel und gaben schwache quietschende Laute von sich. Anwärmen von einigen Minuten Dauer genügte, um sie auf eine vorgelegte, zerpfückte Heuschrecke reagieren zu lassen; gewöhnlich fingen sie sehr bald an zu fressen, zunächst noch, ohne Rumpf und Beine zu bewegen. Nach der ersten Nahrungsaufnahme erholten sie sich schnell und waren meist innerhalb von 15 Minuten in der Lage, umherzulaufen und selbst Heuschrecken zu töten und zu fressen.

Die gefangenen Etruskerspitzmäuse wurden zunächst in kleinen Gefäßen (Kunststoffterrarien, Eimern) einzeln gehalten und mit allen verfügbaren Insekten gefüttert. Neben Heuschrecken aller Größen und Arten wurden mit Vorliebe in Zuckerwasser ertrunkene Stubenfliegen angenommen; mehrmals habe ich auch beobachtet, daß die Tiere Fliegen in freiem Flug fingen. Kleine Käfer wurden gern gefressen, größere nur nach Entfernung der Flügeldecken. Rohes Fleisch (Leber, Muskelfleisch) und Regenwürmer wurden verschmäht. Dagegen wurden in Notzeiten zerschnittene Eidechsen angenommen, von denen zuerst die Eingeweide gefressen wurden. Sehr bald lernten die Spitzmäuse, kleinere Eidechsen von etwa 10 cm Länge selbst zu jagen und durch Biß in die Kehle zu töten.

Auffällig war die Kälteempfindlichkeit der Etruskerspitzmäuse. Obwohl die Tiere gut isolierende Schlafhäuschen aus Kork hatten, zeigten sie bisweilen, vor allem nach kalten Nächten, Gleichgewichtsstörungen und eine deutliche Verlangsamung der Bewegungen. Wurden dann die Käfige dicht an den Kamin gestellt, so suchten die Tiere sofort die bestrahlte Wand auf,

¹⁾ Vom Informationszentrum Weißblech in Düsseldorf wurden mir durch Herrn W. Kölbach freundlicherweise 300 Dosen zur Verfügung gestellt. Bei meinem Aufenthalt in Sardinien und bei der Suche nach geeigneten Biotopen unterstützte mich Sig. A. Pittorru in großzügiger Weise, wofür ich ihm herzlich danke.

drückten sich dagegen und streckten sich lang aus. Gewöhnlich wurde dadurch die völlige Mobilität innerhalb kurzer Zeit wiederhergestellt.

In Bonn wurden die Tiere in Glasterrarien von 50×25 cm Grundfläche in einem geheizten Raum gehalten. Zusätzlich wurde ein Teil des Käfigs durch einen Dunkelstrahler (Elstein) erwärmt, unter dem eine Bodentemperatur von 40 bis 50°C herrschte. In einem größeren Käfig (80×35 cm) blieben die Tiere auch paarweise verträglich. Gefüttert wurde mit Larven, Puppen und Käfern von *Tenebrio molitor*, in Abständen von 2 bis 3 Tagen mit etwas Vitaminsatz (Multibionta). Obst wurde nur in sehr kleinen Mengen gefressen, Wasser bekamen die Spitzmäuse nie.

Zur Aktivität

Die Verteilung der Aktivität über die 24 Stunden des Tages wurde mit zwei Methoden registriert :

1. Im November 1970 wurden vier Tiere gleichzeitig sechs Tage lang ununterbrochen beobachtet; nachts bei künstlicher Beleuchtung. Dabei wurde jeder Aufenthalt im Schlafhäuschen als Ruhephase gewertet, jeder Aufenthalt außerhalb als Aktivität.

2. Im April und Mai 1971 wurde an drei Tieren jeweils 7—9 Tage lang die Aktivitätsverteilung automatisch registriert. Abb. 1 zeigt die verwendete Apparatur, die nach dem Prinzip der Waage funktioniert: Ein leichter Käfig (K) aus Polyester (Grundfläche 50×18 cm, Höhe 30 cm) befindet sich im Gleichgewicht auf einem

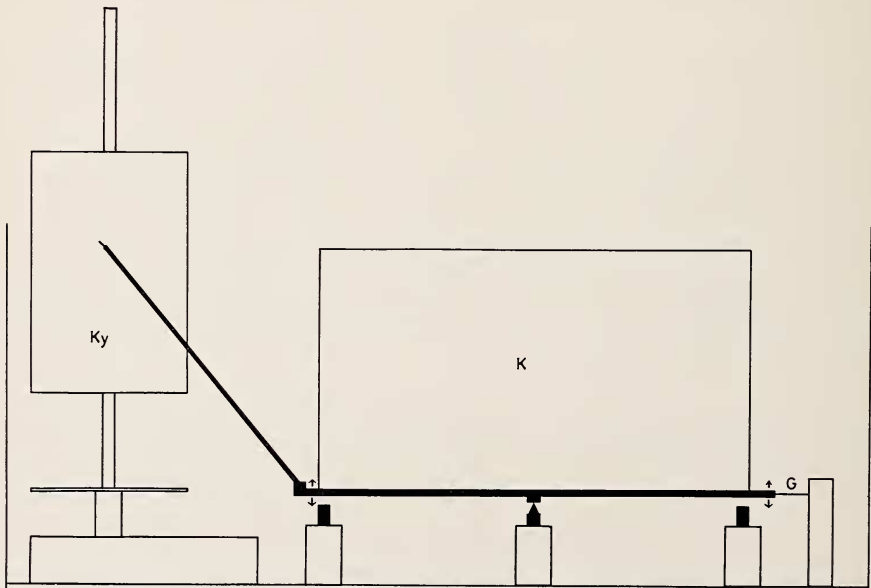


Abb. 1. Apparatur zur automatischen Registrierung der Aktivitätsverteilung. Erklärung im Text.

in der mittleren Querachse zweifach unterstützten Brett. Jede Ortsveränderung des Tieres in Richtung der Längsachse des Käfigs bewirkt einen Ausschlag des Brettes in vertikaler Richtung; als Rückholfeder wirkt ein Gummiband (G). Die Vertikalbewegungen werden durch eine starre Verbindung mit einer am Ende befindlichen Schweinsborste auf einen beruhten Kymographen (Ky) übertragen. Bewegungen des Tieres innerhalb seines Schlafhäuschens oder in Richtung der Querachse des Käfigs werden in dieser Methode nicht registriert. Ein Vorteil gegenüber der Beobachtung liegt darin, daß Ruhepausen außerhalb des Schlafkästchens als solche registriert werden.

Die Aufzeichnungen nach (2) wurden unter natürlichen Lichtverhältnissen gemacht. Um die Ergebnisse mit denen vom November vergleichen zu können, wurde bei einem Tier (Nr. 3) zusätzlich die Aktivität unter Dauerbelichtung untersucht.

Zum Nahrungsbedarf

Die Länge des gesamten Verdauungstrakts wurde an einem verstorbenen, nicht konservierten Tier (Nr. 1) gemessen. Die Häufigkeit der Nahrungsaufnahme wurde im November während der 6-tägigen Beobachtung registriert. Bei den vier Tieren wurde jeweils die Uhrzeit zu Beginn des Fressens notiert; die Dauer wurde nicht gemessen.

Die Länge der Verdauungszeit wurde durch Beobachtung festgestellt; einmal während eines Hungerversuchs, bei dem der Zeitpunkt der letzten Kotabgabe nach Versuchsbeginn notiert wurde; zum anderen in einem Versuch mit farbmarkiertem Futter. Dazu wurden Larven von *Tenebrio molitor* mit einer Mischung von Crom-III-oxid und Mehl im Verhältnis 1 : 1 gefüttert; diese wurden der Spitzmaus angeboten, und die Zeitspanne zwischen der ersten Aufnahme der so markierten Mehlwürmer und der Abgabe des ersten farbmarkierten Kotes wurde gemessen.

Zur Untersuchung der Frage, ob eine Beziehung zwischen Häufigkeit der Nahrungsaufnahme und Menge der aufgenommenen Nahrung besteht, wurde im Anschluß an die Aktivitätsbeobachtung im November 1970 für alle vier Tiere über 7 Tage die Nahrungsaufnahme in folgender Weise bestimmt:

Jeweils 10 oder 20 möglichst gleichgroße Mehlwürmer des 4. Larvenstadiums wurden gewogen und verfüttert. Vor der nächsten Fütterung wurden die Reste eingesammelt und durch Zählung der übriggelassenen Segmente gewichtsmäßig abgeschätzt.

Um den kalorischen Gehalt des verdauten Anteils der Nahrung zu bestimmen, wurden bei *Suncus* Nr. 2 im Februar über 8 Tage, bei *Suncus* Nr. 4 im April über 7 Tage Nahrungsmenge, Kot- und Harnstoffabgabe kontrolliert. Der Energiegehalt von Mehlwürmern, Kot und Harnstoff wurde kalorimetrisch bestimmt. Die Tiere wurden dabei in gereinigten Glaskäfigen ohne Einstreu gehalten. Täglich wurden Körpergewicht und Raumtemperatur kontrolliert. Die Menge der aufgenommenen Nahrung wurde wie oben beschrieben ermittelt. Nach Beendigung des Versuchs wurden Kot und Harnstoff gesammelt, im Trockenschrank bei 105 °C 24 Stunden lang nachgetrocknet und gewogen.

Trockengewichtsbestimmung von Mehlwürmern: Lebende Mehlwürmer wurden mit flüssigem Stickstoff übergossen und unter dauernder Zugabe des Kühlmittels im Mörser zerkleinert. Die Bruchstücke wurden in einer Vakuum-Gefriertrocknungsanlage bei -20 ° C bis zur Druckkonstanz getrocknet und dann gewogen.

Der Kaloriengehalt der getrockneten Mehlwürmer wurde mit einem Bombenkalorimeter durch drei Messungen bestimmt. Die Ergebnisse lagen innerhalb der bei diesem Gerät üblichen Streuung von 3 %. Der Kaloriengehalt von Kot und Harn konnte wegen der geringen vorhandenen Menge nur einmal gemessen werden.

In einem 6-stündigen Hungerversuch mit *Suncus* Nr. 2 wurde der Verlust an Körpersubstanz bei Nahrungsentzug überprüft. Alle 30 Minuten wurden Körpergewicht und Käfigtemperatur kontrolliert.

ERGEBNISSE

Das Aktivitätsmuster im Herbst

Aus der bisher einzigen Beobachtung der Aktivitätsverteilung von *Suncus etruscus*, die M.-C. Saint Girons (1957) an einem während mehrerer Monate in Gefangenschaft gehaltenen Tier machte, ergab sich kein Anhaltspunkt für einen Aktivitätsschwerpunkt zu irgendeiner Zeit des Tages oder der Nacht: „Aucun rythme nyctéméral de l'activité n'a pu être mis en évidence ... Aucune pointe d'activité à l'aube ou au crépuscule n'a pu être mise en évidence.“

Bei den vier von mir untersuchten Tieren zeigte sich im November 1970 ein ähnliches Ergebnis. Die Aktivitäts- und Ruhephasen verteilen sich nahezu gleichmäßig über Tag und Nacht. Abb. 2 verdeutlicht diese Regellosigkeit des Auftretens von sehr unterschiedlich langen Aktivitäts- und Ruhephasen. Sonnenaufgang und -untergang korrespondieren in keinem Fall mit irgendwelchen Aktivitätsmaxima oder -minima.

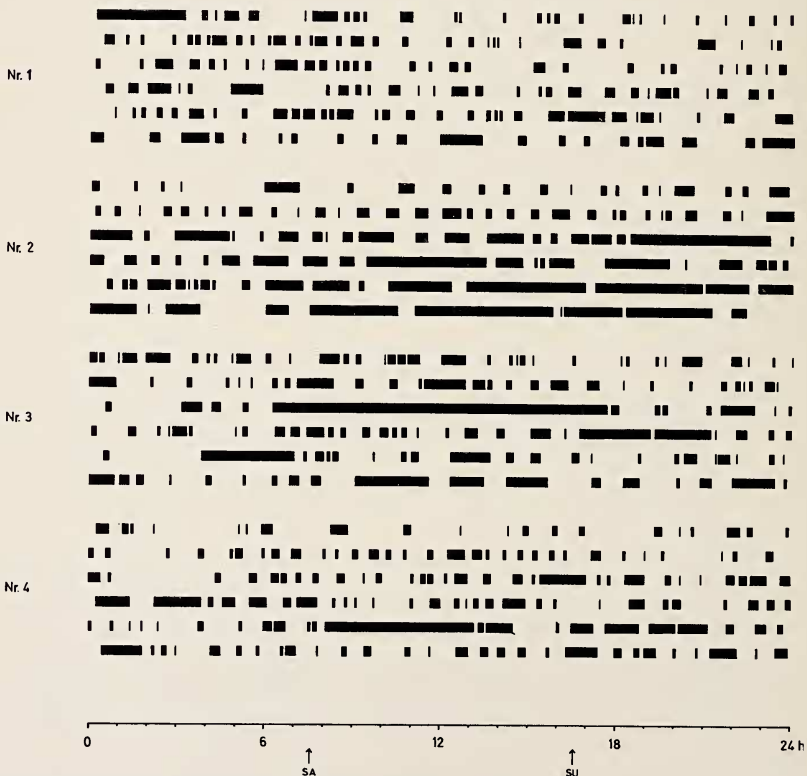


Abb. 2. Aktogramm von 4 Exemplaren von *Suncus etruscus* in der Zeit vom 11.—16. November 1970. SA: Sonnenaufgang, SU: Sonnenuntergang.

Die Gesamtaktivität der einzelnen Tiere ist durchaus unterschiedlich. Die Mittelwerte der aktiven Minuten pro Stunde für die einzelnen Tiere betragen:

Nr. 1	15,9 min
Nr. 2	31,9 min
Nr. 3	22,8 min
Nr. 4	16,1 min

Auch für die einzelnen Tage zeigen sich Schwankungen: Die Gesamtaktivität nimmt während der sechs untersuchten Tage durchweg zu. Das mag daran liegen, daß die Tiere kurz vor Beginn der Beobachtung in neue Käfige umgesetzt worden waren und sich deshalb zu Anfang mehr versteckt hielten. Mit der Zunahme der Gesamtaktivität korrespondiert eine Abnahme der Anzahl der aktiven Phasen.

Das Aktivitätsmuster im Frühling

Bei den Aufzeichnungen im April und Mai 1971 ergibt sich ein anderes Bild: Der Aktivitätsschwerpunkt liegt bei allen drei untersuchten Tieren eindeutig in der Nacht. Abbildung 3 zeigt als Beispiel das Aktogramm von *Suncus etruscus* Nr. 4 in der Zeit vom 21. bis 29. April.

Die Anzahl der aktiven Phasen pro Stunde nimmt in der Nacht gegenüber dem Tage nur wenig zu; die Anzahl der aktiven Minuten pro Stunde jedoch beträchtlich:

Nr.	Untersuchter Zeitraum	Beleuchtung	Aktivität (min/h)		Anzahl der aktiven Perioden pro h	
			Tag	Nacht	Tag	Nacht
2	5. 5.—11. 5.	Natürl. Licht	12,4	25,0	1,2	1,4
3	19. 5.—25. 5.	Natürl. Licht	9,5	30,9	0,9	1,1
3	26. 5.—28. 5.	Dauerlicht	4,7	19,6	0,6	1,4
4	21. 4.—29. 4.	Natürl. Licht	12,8	38,6	1,8	2,1

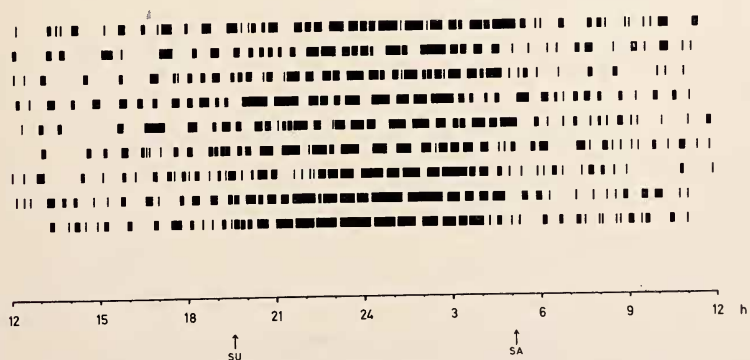


Abb. 3. Aktogramm von *Suncus etruscus* Nr. 4 im April 1971. SU: Sonnenuntergang, SA: Sonnenaufgang.

Das heißt: Die Verteilung der aktiven Perioden über Tag und Nacht ist annähernd gleichförmig, während deren Länge sehr unterschiedlich ist.

Bei der Aufzeichnung der Aktivitätsverteilung unter Dauerlicht bei *Suncus* Nr. 3 ergibt sich zwar ein Rückgang der Gesamtaktivität, der Unterschied zwischen Tag- und Nachtaktivität bleibt aber erhalten. Damit scheint mir ausgeschlossen zu sein, daß das Fehlen verstärkter Nachtaktivität im Herbst auf die Dauerbelichtung zurückzuführen ist.

Eine Zunahme der Gesamtaktivität während der Untersuchungszeit wurde im Frühjahr bei keinem der Tiere beobachtet; vermutlich deshalb, weil sie sich jeweils einige Tage vor Beginn der Aufzeichnungen an den neuen Käfig gewöhnen konnten.

Ein Vergleich der Gesamtaktivität des Frühlings mit der des Herbstes zeigt, daß die mittlere Stundenaktivität sich kaum verändert hat. Für die drei vergleichbaren Tiere Nr. 2, 3 und 4 beträgt der Mittelwert der aktiven Minuten pro Stunde 23,6 im Herbst und 21,5 im Frühjahr. Die Anzahl der aktiven Perioden pro Stunde ändert sich ebenfalls nur unbedeutend: 1,0 im Herbst und 1,4 im Frühling.

Ob die Änderung des Aktivitätsmusters von der Jahreszeit oder vom Alter der Tiere bedingt wird, kann erst in weiteren Untersuchungen geklärt werden. Alle vier Exemplare waren im Herbst Jungtiere und im Frühling geschlechtsreif.

Verteilung der Nahrungsaufnahme

In Abbildung 4, in der die Uhrzeiten (nicht die Dauer) der Mahlzeiten dargestellt sind, zeigt sich, daß die Nahrungsaufnahme im Herbst, ebenso wie die Aktivität, ohne besonderen Schwerpunkt über die 24 Stunden des Tages verteilt ist. Die vier untersuchten Tiere nahmen im Durchschnitt 15, 26, 24 und 22 Mahlzeiten zu sich. Zwischen zwei Nahrungsaufnahmen lagen bei drei Tieren am häufigsten Abstände von 1 bis 20 Minuten, bei einem Tier von 21 bis 40 Minuten.

Ein Zusammenhang zwischen der Anzahl der Mahlzeiten pro Tag und der Menge der täglich aufgenommenen Nahrung konnte nicht festgestellt werden:

	Anzahl der Mahlzeiten pro Tag	Aufgenommene Nahrungsmenge pro Tag
Nr. 1	15	1,78 g
Nr. 2	26	1,65 g
Nr. 3	24	2,12 g
Nr. 4	22	1,73 g

Vergleich mit anderen Spitzmäusen

Die Beziehung zwischen Körpergröße (in g) und Aktivität (sowohl Anzahl der aktiven Phasen pro Tag als auch Gesamtaktivität in Minuten pro

Tag) erweist sich deutlich bei der Betrachtung systematisch sich nahestehender Tiere von unterschiedlichem Körpergewicht. Ich beschränke mich hier auf den Vergleich von Aufzeichnungen, die alle im Herbst gemacht wurden. Saint Girons (1966) untersuchte im November-Dezember die Aktivität eines Pärchens von *Crocidura russula* (ca. 9 g), Kaikusalo (1967) im Oktober die von drei Soricinen: *Sorex araneus* (ca. 9 g), *Sorex caecutiens* (ca. 6 g) und

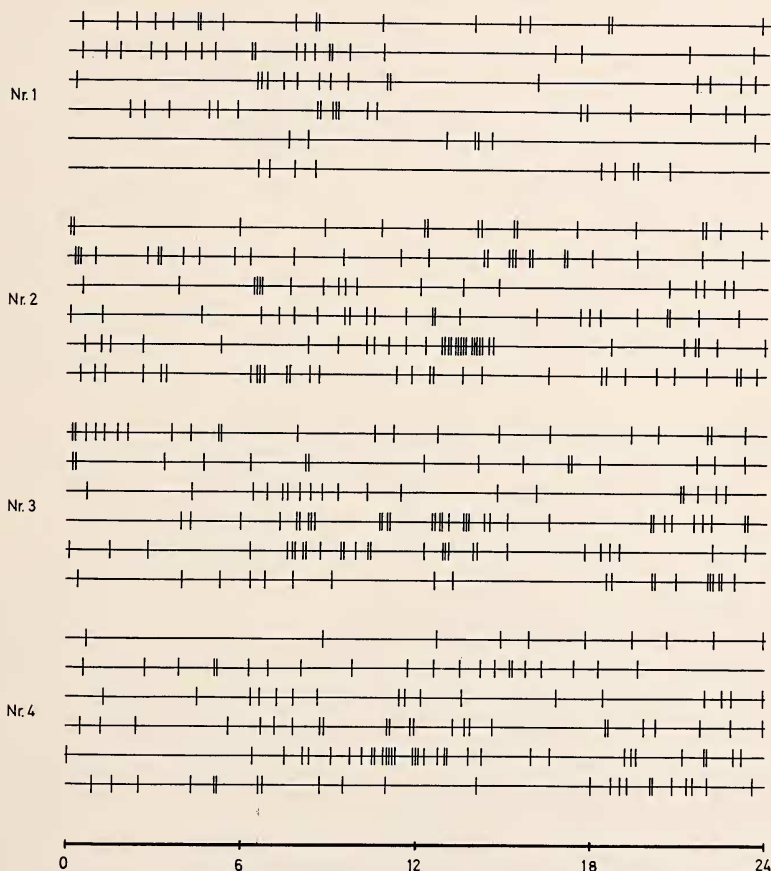


Abb. 4. Verteilung der Nahrungsaufnahme bei 4 Exemplaren von *Suncus etruscus* in der Zeit vom 11.—16. November 1970.

Sorex minutissimus (ca. 1,8 g). Abbildung 5 veranschaulicht die Beziehung dieser und der von mir bei *Suncus etruscus* (ca. 2,5 g) im November gefundenen Daten zum Körpergewicht: In Abbildung 5 a ist das Verhältnis von Körpergewicht (in g) und Anzahl der aktiven Phasen pro Tag, in Abbildung 5 b das Verhältnis von Körpergewicht (in g) und Gesamtaktivität (in min/24 h) aufgetragen.

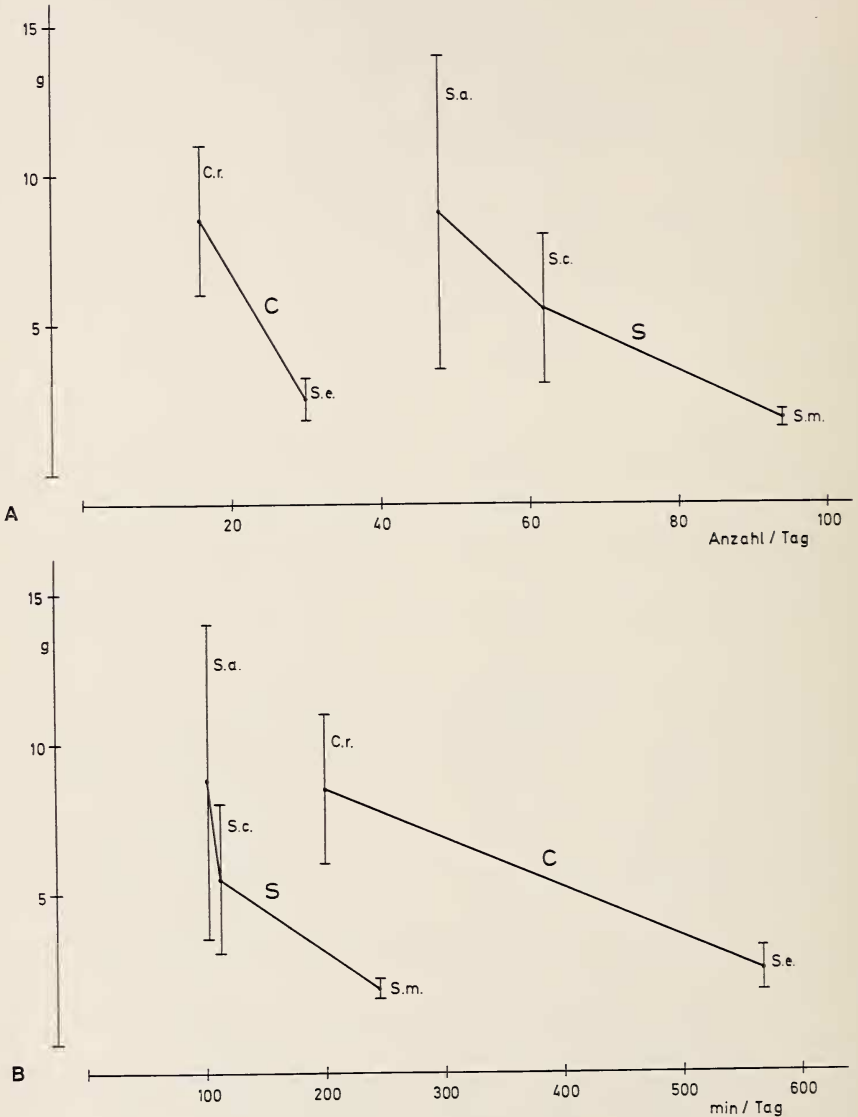


Abb. 5. Beziehung zwischen Körpergröße und Aktivität bei Soricinen (S) und Crocidurinen (C). — A: Verhältnis von Körpergewicht (in g) und Anzahl der aktiven Phasen pro Tag. — B: Verhältnis von Körpergewicht (in g) und Gesamtaktivität (in min/24 h). C. r.: *Crocidura russula*, S. e.: *Suncus etruscus*, S. a.: *Sorex araneus*, S. c.: *Sorex caecutiens*, S. m.: *Sorex minutissimus*. — Gewichtsangaben: für *Crocidura russula* aus Niethammer (1970), für die drei Soricinen aus Siivonen (1968).

Eines geht aus dieser Darstellung unmittelbar hervor, nämlich daß man Crocidurinen und Soricinen nicht ohne weiteres vergleichen kann, das heißt, daß der Begriff der „Verwandtschaft“ bei einem Vergleich ziemlich eng gefaßt werden muß. Innerhalb der Unterfamilien der Soricinen und Crocidurinen ist die Beziehung zwischen Aktivität und Körpergewicht eindeutig. Bei abnehmendem Körpergewicht nimmt die Anzahl sowohl der aktiven Phasen pro Tag als auch der aktiven Minuten pro Tag zu. Dabei fällt auf, daß bei der Zahl der aktiven Perioden pro Tag die Soricinen insgesamt höhere Werte haben als die Crocidurinen, während diese in der Summe der aktiven Minuten pro Tag die Soricinen übertreffen. Diese letztere Tatsache widerspricht der häufig zitierten Auffassung, die Soricinen seien aktiver als die Crocidurinen. Man sieht, wie wenig exakte Aussage in dem Adjektiv „aktiv“ liegt: Es kann sich sowohl auf die Verteilung als auch auf Zahl, Gesamtsumme oder Intensität aktiver Phasen beziehen.

Bezüglich der Häufigkeit der Nahrungsaufnahme liegt mir kein vergleichbares Material über größere Spitzmausarten vor. Für *Sorex tsherskii* (Unterart von *S. minutissimus*, etwa 3 g Körpergewicht) gibt es eine Angabe von Blagosklonov (1957), wonach das Tier in 24 Stunden 121 Mahlzeiten zu sich nahm.

Kalorimetrische Bestimmungen

Die kalorimetrische Bestimmung von Mehlwürmern und Kot + Harnstoff (Trockengewichte) ergab folgende Meßwerte:

Mehlwürmer	6400 ± 200 cal/g
Kot und Harnstoff	3400 ± 100 cal/g

Dem Trockengewicht von 1 g bei den Mehlwürmern entspricht ein Lebendgewicht von 2,79 g; das heißt, lebende Mehlwürmer enthalten etwa 2300 Kalorien pro Gramm.

Der relativ hohe Energiegehalt des Kotes ist vermutlich auf den hohen Anteil des unverdaulichen Chitins zurückzuführen.

Die Kontrolle der täglichen Nahrungsaufnahme und Kotabgabe wurde an zwei Tieren durchgeführt, die leider beide übergewichtig waren. Als „Normalgewicht“ dürfte man bei *Suncus etruscus* etwa 2 g Körpergewicht (Kgw) annehmen, so daß zu vermuten ist, die hier gefundenen Umsatzraten pro g Kgw seien niedriger als im Normalfall. So möge man die vorliegenden Resultate nur als Anhaltspunkt für die bei weiteren Untersuchungen zu erwartenden Ergebnisse werten:

Nr.	Kgw (in g)	Nahrungsaufnahme		Kotabgabe (Trockengew.)	
		pro Tag (in g)	pro Tag pro g Kgw (in g)	pro Tag (in g)	pro Tag pro g Kgw (in g)
2	3,2	1,85	0,58	0,19	0,06
4	2,65	2,76	1,04	0,23	0,09

Die kalorische Bilanz ergibt sich danach so:

Nr.	Aufn. im Futter (cal/Tag/g Kgw)	Abgabe im Kot (cal/Tag/g Kgw)	Verdaut (cal/Tag/g Kgw)	Ausnutzung
2	1334	204	1130	85 %
4	2392	289	2103	88 %

Wie zu erwarten war, liegt der Wert für den täglichen Kalorienumsatz bei dem weniger übergewichtigen *Suncus* Nr. 4 erheblich über dem des stark verfetteten *Suncus* Nr. 2. Es ist also anzunehmen, daß ein normalgewichtiges Tier einen noch höheren Umsatz zeigen würde.

Barrett (1968) untersuchte den Nahrungsbedarf (junge Mäuse) bei einer 3,6 g schweren *Cryptotis parva*; sein Ergebnis läßt sich gut mit dem bei *Suncus* Nr. 2 vergleichen:

	Körpergewicht	Tägl. Umsatz pro g Kgw
<i>Cryptotis parva</i>	3,6 g	1160 cal
<i>Suncus etruscus</i>	3,2 g	1130 cal

Eigentlich müßte die Etruskerspitzmaus, da sie leichter ist, den höheren Umsatz zeigen. Daran ist sie aber (es handelt sich hier um das stark verfettete Tier), offenbar auf Grund ihrer verbesserten Wärmeisolation und der gleichzeitig verminderten Motilität, verhindert.

Dauer der Verdauungszeit

Die Gesamtdauer der Verdauung, das heißt die Zeit, die zwischen Aufnahme des Futters und Abgabe des Kotes liegt, beträgt etwa 1 bis 2 Stunden.

Bei einem Hungerversuch mit *Suncus* Nr. 2 beobachtete ich die letzte Kotabgabe (das Tier hatte unmittelbar vor Beginn des Versuchs gefressen) nach 123 Minuten. Bei der Verfütterung von farbmakrierten Mehlwürmern ergaben sich Verdauungszeiten von 97 und 58 Minuten.

An einem nicht konservierten Tier, das vermutlich an Altersschwäche zugrunde gegangen war, maß ich als Gesamtlänge des Verdauungstraktes 14,5 cm.

Schwankungen des Körpergewichts

Die relative Änderung des Körpergewichts unter extrem unterschiedlichen Ernährungsbedingungen innerhalb einiger Stunden ist beträchtlich. Zwei untergewichtige Tiere zeigten bei reichlichem Nahrungsangebot folgende Gewichtsveränderungen:

Ausgangsgewicht	Gewicht nach 6 Stunden	Gewichtsänderung in %	Gewichtsänderung in % pro Stunde
1,65 g	2,0 g	21,2	3,5
1,75 g	2,1 g	20,0	3,3

Bei dem Hungerversuch mit *Suncus* Nr. 2 änderte sich das Gewicht in 6 Stunden von 3,87 g auf 3,47 g, das heißt um 10,4 % des Ausgangsgewichtes (Abb. 6 A). Die Käfigtemperatur schwankte während der Beobachtungszeit zwischen 17 und 20° C. Während der ersten beiden Stunden wurde Kot abgegeben; die relative Gewichtsabnahme in dieser Zeit liegt deshalb über dem Mittelwert des stündlichen Verlustes von 1,8 % des jeweils erreichten

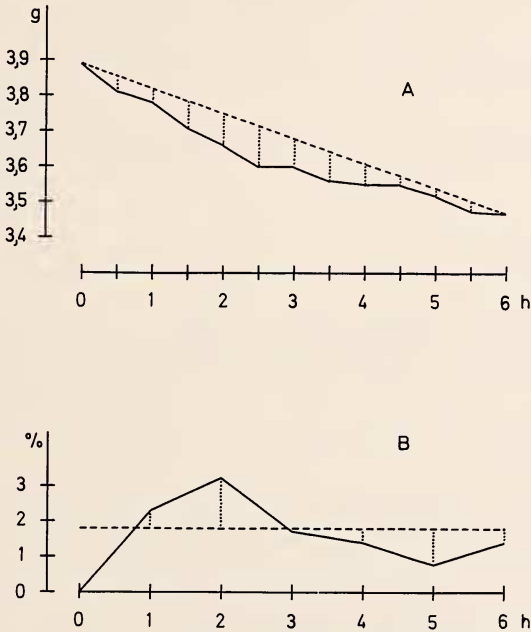


Abb. 6. Gewichtsverlust bei Hunger. — A: Abnahme des Körpergewichts. Durchgezogene Linie: Meßwerte, gestrichelte Linie: Mittelwert. — B: Prozentualer Verlust an Körpergewicht. Durchgezogene Linie: stündlicher Gewichtsverlust in % des jeweils erreichten Körpergewichtes, gestrichelte Linie: Mittelwert.

Körpergewicht (Abb. 6 B). Benutzt man zur Berechnung nur die Meßwerte der folgenden 4 Stunden, in denen kein Kot mehr abgegeben wurde, so erhält man als relative stündliche Gewichtsabnahme 1,3 % des jeweiligen Körpergewichtes. Nach fünfeinhalb Stunden fing das Tier an, apathisch zu werden, so daß der Versuch mit Ablauf der sechsten Stunde abgebrochen wurde.

DISKUSSION

In der physiologischen Literatur wird bei vergleichender Betrachtung des Stoffwechsels gewöhnlich der Grundumsatz angegeben. Er ist nach der Regressionsgleichung für jedes beliebige Körpergewicht zu berechnen und sagt wenig darüber aus, wie ein Tier die Probleme, die ihm seine Umwelt-

bedingungen und seine Lebensweise stellen, bewältigt. Bereits bei größeren Säugern ist die Verbindung von Hungerzustand und ruhigem Verhalten, die beide eine notwendige Voraussetzung für die Grundumsatzmessung sind, schwer vorstellbar. Nach Wald und Jackson (1944) ist die Antwort auf Futtermangel vermehrtes Umherlaufen. Für ein so kleines Tier wie die Etruskerspitzmaus ist Bewegungslosigkeit im Hungerzustand unmittelbar lebensbedrohend und kennzeichnet einen pathologischen Zustand.

Interessant ist es dagegen, die Daten für Grundumsatz und Spontanumsatz (= Aktivumsatz) verschieden großer Säuger zu vergleichen. Nach Brody (Mitchell 1962) ist der Spontanumsatz eher $W^{3/4}$ proportional als W . Er erklärt das damit, daß zwar der Mehrumsatz (im Gegensatz zum Grundumsatz) W^1 proportional sei, der Aktivumsatz jedoch wegen der langsameren Bewegungsweise größerer Tiere gegen eine Parallele zum Grundumsatz tendiere. Dem entspricht die Beobachtung von Cowgill (Mitchell 1962), der bei Hunden von 3,4 bis 15 kg Gewicht, unabhängig von der Körpergröße, eine Steigerungsrate von 83 % gegenüber dem Grundumsatz fand. Widersprüchlich dazu ist die Auffassung von Mitchell (1962), der bei Ratten eine Steigerungsrate von 5 bis 6 % feststellte, und für größere Säuger eine entsprechend dem Gewicht höhere Rate des Aktivumsatzes postuliert. Er zitiert Blaxter, der bei Schafen einen um 35 %, und Johnston und Newburgh, die beim Menschen einen um 61 % über dem Grundumsatz liegenden Spontanumsatz maßen.

Suncus etruscus müßte nach der Regressionsgleichung (bei einem Körpergewicht von 2,65 g) einen Grundumsatz von 2200 cal am Tag haben; der Aktivumsatz mit 5600 cal stellt eine Steigerung um 154 % dar. Diese Steigerungsrate unter den relativ ruhigen Bedingungen der Gefangenschaft wird beispielsweise vom Menschen nur unter äußerster Beanspruchung erreicht. Die Meßwerte bei *Suncus etruscus* (ebenso die von Barrett bei *Cryptotis parva*) passen also weder in die Auffassung von Brody noch in die von Mitchell. Sie sind meiner Meinung nach ein Indiz für die Bedeutung des Regelkreises Energiebedarf \rightarrow Aktivität \rightarrow Energieumsatz und dessen Rückwirkung wiederum auf den Energiebedarf bei einem so extrem kleinen homoiothermen Tier.

Zusammenfassung

1. An gefangenen Etruskerspitzmäusen (*Suncus etruscus*) wurden Aktivitätsmuster und Nahrungs- und Energiebedarf untersucht.
2. Im Herbst zeigten die Tiere eine arrhythmische Verteilung der Aktivität; im Mittel waren sie 9,35 von 24 Stunden aktiv. Bei kaum veränderter mittlerer Gesamtaktivität und Anzahl der aktiven Perioden wurde im Frühjahr dagegen eine Verlängerung der nächtlichen Aktivitätsphasen und eine entsprechende Verkürzung am Tage registriert (Abb. 2 und 3).
3. Beim Vergleich der Aktivität von *Suncus etruscus* mit derjenigen anderer Spitzmausarten erwies sich, daß man Soricinen und Crocidurinen nicht ohne

- weiteres miteinander vergleichen kann. Innerhalb dieser Unterfamilien nimmt die Aktivität bei abnehmendem Körpergewicht eindeutig zu (Abb. 5).
4. Die Verteilung der Nahrungsaufnahme erwies sich im Herbst als ebenfalls arhythmisch; im Mittel wurden täglich 22 Mahlzeiten aufgenommen (Abb. 4).
 5. Die gesamte Aufenthaltsdauer der Nahrung im Verdauungstrakt betrug 1—2 Stunden.
 6. Durch bombenkalorimetrische Bestimmung von Futter, Kot und Harnstoff wurde für zwei Tiere der tägliche Energieumsatz mit 1130 bzw. 2103 cal pro Gramm Körpergewicht bestimmt. Die Ergebnisse stimmen gut mit Barretts Messung an *Cryptotis parva* überein.
 7. Unter extrem unterschiedlichen Ernährungsbedingungen wurden innerhalb von 6 Stunden eine Gewichtszunahme von etwa 20 % und ein Gewichtsverlust von etwa 10 % gemessen.
 8. Das Verhältnis von Grundumsatz zu Aktivumsatz wird diskutiert.

Summary

1. Patterns of activity and bioenergetics of some captive Etruscan Shrews, *Suncus etruscus*, have been examined.
2. In autumn the distribution of active phases was found to be irregular, with an average of activity of 9,35 hours per day. In spring, on the other hand, an extension of the active phases at night and a corresponding contraction by day were registered, without any considerable change of medium total activity and number of phases.
3. Within the subfamilies Soricinae and Crocidurinae exists a relation between bodysize and activity: minor bodyweight implicates increasing activity. The difference between Soricinae and Crocidurinae is such that Soricinae present a higher number of active phases per day, whereas Crocidurinae have a higher total activity in minutes per day.
4. In autumn the pattern of food intake was irregular, too. The average amounted to 22 meals a day.
5. Food remained 1—2 hours in the intestinal tract.
6. By analysis of food, feces and urea with a bomb-calorimeter the bioenergetics of two animals were found to be 1130 and 2103 cal per g bodyweight per day. The results correspond to Barretts investigation of *Cryptotis parva*.
7. Abundance of food caused an increase in bodyweight of about 20 %, lack a decrease of about 10 % within 6 hours.
8. Discussion of the relation between basal metabolism and active metabolism.

Literatur

- Barrett, G. W. (1969): Bioenergetics of a captive least shrew, *Cryptotis parva*. — J. Mammalogy, 50: 3, 629—630.
- Blagosklonov, K. N. (1957): On the feeding habits and character of daily activity of *Sorex isherskii* Ognev. — Zool. Zurn. 36: 3, 465—467.
- Kahmann, H. und H. Altner (1956): Die Wimperspitzmaus *Suncus etruscus* (Savi, 1832) auf der Insel Korsika und ihre circummediterrane Verbreitung. — Säuget. Mitt. 4: 72—81.
- Kaikusalo, A. (1967): Beobachtungen an gekäfigten Knirpspitzmäusen, *Sorex minutissimus* Zimmermann, 1870. — Z. Säugetierk. 32: 301—306.
- Mitchell, H. H. (1962): Comparative Nutrition of Man and Domestic Animals. — Academic Press, New York and London.

- Niethammer, J. (1962): Die Säugetiere von Korfu. — Bonn. zool. Beitr. 13: 1—49.
- (1970): Über Kleinsäuger aus Portugal. — Bonn. zool. Beitr. 21: 89—118.
- Poley, D. (1971): Kolibris — die kleinsten Vögel der Welt. — Z. Kölner Zoo 14: 1, 33—39.
- Saint Girons, M.-C. (1957): Contribution à la connaissance de la Pachyure étrusque en captivité. — Mammalia 21: 69—76.
- (1966): Le rythme circadien de l'activité chez les mammifères holoarctiques. — Mém. Mus. Nat. Hist. Nat. A, XL, 3.
- Siivonen, L. (1968): Nordeuropas Däggdjur. — Stockholm.
- Spitzenberger, F. (1970): Erstnachweise der Wimperspitzmaus (*Suncus etruscus*) für Kreta und Kleinasien und die Verbreitung der Art im südwestasiatischen Raum. — Z. Säugetierk. 35: 2, 107—113.
- Vogel, P. (1970): Biologische Beobachtungen an Etruskerspitzmäusen. — Z. Säugetierk. 35: 3, 173—185.
- Wald, G. und B. Jackson (1944): Activity and nutritional deprivation. — Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. 30: 225—263.

Anschrift der Verfasserin: Adelheid Geraets, 53 Bonn, Weberstraße 50.